

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-251847

(43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int.Cl.

H02K 1/27  
H02K 21/16

(21)Application number : 07-078091

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 08.03.1995

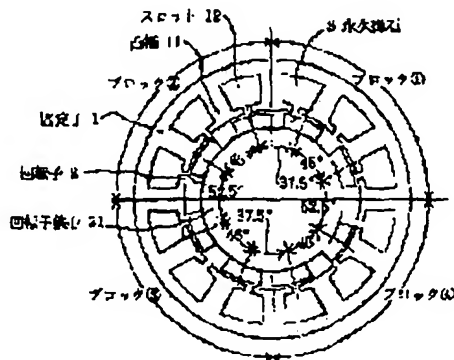
(72)Inventor : MITSUBOSHI TETSUO  
KAJIMOTO KOJI  
KOGA MITSUHIRO

## (54) PERMANENT MAGNET TYPE ROTARY MACHINE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a permanent magnet type rotary machine which assures a low cogging torque, while keeping the skew effect by changing the arrangement of the permanent magnets.

CONSTITUTION: In a permanent magnet type rotary machine comprising a ring type stator 1 having a plurality of salient poles 11 projected toward inside and a rotor 2 provided opposed to the internal side of the salient poles 11 via a gap and arranging a plurality of permanent magnets 3 in the circumferential direction, the salient poles 11 and permanent magnets 3 are divided into four blocks 1' to 4' in the circumferential direction with equal intervals and the positional relationships of the salient poles 11 and permanent magnets 3 of one pair of blocks 1', 3' and the other pair of blocks 2', 4' provided symmetrically for the center of the rotor among the blocks are arranged in the similar shape geometrically. The permanent magnet 3 of the other pair of blocks 2', 4' is deviated in the circumferential direction for fixing so that the cogging torque generated in one pair of blocks 1', 3' is canceled by the cogging torque of the other pair of blocks.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-251847

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	P I	技術表示箇所
H02K 1/27 21/16	501		H02K 1/27 21/16	501A M

審査請求 未請求 請求項の款3 FD (全5頁)

(21) 出願番号 特願平7-78091

(22) 出願日 平成7年(1995)3月8日

(71) 出願人 000006822  
株式会社安川電機  
福岡県北九州市八幡西区扇崎城石2番1号

(72) 発明者 三星 鉄男  
福岡県北九州市八幡西区扇崎城石2番1号  
株式会社安川電機内

(72) 発明者 熊本 治二  
福岡県北九州市八幡西区扇崎城石2番1号  
株式会社安川電機内

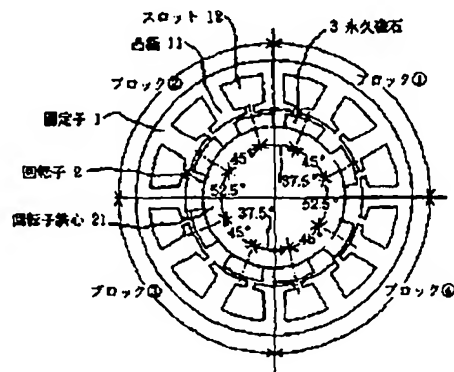
(72) 発明者 古賀 光浩  
福岡県北九州市八幡西区扇崎城石2番1号  
株式会社安川電機内

(54) 【発明の名称】 永久磁石形回転電機

(57) 【要約】

【目的】 永久磁石の配列を変えてスキュー効果を維持し、コギングトルクの低い永久磁石形回転電機を提供する。

【構成】 内側に突出する複数の凸極11を備えたリング状の固定子1と、凸極11の内側に空隙を介して対向し、かつ円周方向に複数の永久磁石3を配置した回転子2とを備えた永久磁石形回転電機において、凸極11と永久磁石3を円周方向に等間隔に4個のブロック①～④に分け、前記ブロックのうち回転子2の中心に対して対称的位置にある一方の1対のブロック①、③および他の1対のブロック②、④の中の凸極11と永久磁石3との位置関係がそれぞれ幾何学的に台同な配置とし、一方の1対のブロック①、③に発生するコギングトルクを他の1対のブロックの1対のブロック②、④の永久磁石3を円周方向にずらして固定したものである。



(2)

特開平 8-251847

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内側に突出する複数の凸極を備えたリング状の固定子と、前記凸極の内側に空隙を介して対向し、かつ円周方向に複数の永久磁石を配置した回転子とを備えた永久磁石形回転電機において、前記凸極と前記永久磁石を円周方向に等間隔に 4 個のブロックに分け、前記ブロックのうち前記回転子の中心に対して対称の位置にある一方の 1 対のブロックおよび他の 1 対のブロックの中の前記凸極と前記永久磁石との位置関係がそれぞれ幾何学的に合同な配置とし、前記一方の 1 対のブロックに発生するコギングトルクを他の 1 対のブロックのコギングトルクが互いに打ち消し合うように、他の 1 対のブロックの永久磁石を円周方向にずらして固定したことを特徴とする永久磁石形回転電機。

【請求項 2】 12 極の前記凸極と、8 極の前記永久磁石とを備え、前記一方の 1 対のブロックの永久磁石の位置に対し、他の 1 対のブロックの永久磁石の位置を円周方向に前記一方の 1 対のブロックで発生するコギングトルクの 1 周期の極角で  $1/2$  の角度だけ回転させた位置に固定した請求項 1 記載の永久磁石形回転電機。

【請求項 3】 内側に突出する複数の凸極を備えたリング状の固定子と、前記固定子の凸極の内側に空隙を介して対向し、かつ円周方向および軸方向にスキューさせて複数の永久磁石を配置した回転子とを備えた永久磁石形回転電機において、前記軸方向に隣り合う永久磁石間の隙間が、前記円周方向に隣り合う永久磁石間の隙間より大きくなるようにしたことを特徴とする永久磁石形回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、永久磁石を回転子に設けた永久磁石形回転電機に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、永久磁石形回転電機では、例えば永久磁石の回転子が 8 極、固定子が 12 スロットの場合、図 5 に示すように、リング状の固定子 1 の内側に突出する凸極 11 を設け、凸極 11 に空隙を介して対向する回転子 2 を設け、回転子 2 の外周には複数の磁極が四角形の永久磁石 3 を円周方向に等間隔に配列してある。永久磁石 3 が軸方向に平行に配列してあると、これをブロック①～④の 4 ブロックに分けた場合、図 6 に示すように、各ブロックは幾何学的に合同の関係となり、各ブロック内の永久磁石 3 と凸極 11 の位置関係が全く等しくなる。この各ブロックの境界線を境に、磁束分布は周期的に変化する。これら 4 つのブロック毎のコギングトルクは大ききも位相も全く等しくなる。したがって、全体のコギングトルクは、各ブロックごとのコギングトルクの 4 倍になり、極めてコギングトルクが大きく、滑らかな回転ができないという問題がある。この問題を解決する方法として、永久磁石を軸方向に対して傾

2

きを待つ、いわゆるスキューした形状にしたり、例えば図 7 に示すように、回転子 2 の外周に磁極が四角形の永久磁石 3 A を円周方向に複数個配列するとともに、軸方向にも永久磁石 3 B を複数個配列し、軸方向に進むにつれて僅かに円周方向にずらして、スキュー効果をもたらす配列にしたものが開示されている（例えば、実開 261-17876 号、実開 3-86752 号）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来技術の永久磁石をスキューした形状にしたものでは、永久磁石を鍛造や鋳造によって成形する場合、変形が大きかったり、加工工数が大きいのという問題があった。また、永久磁石を軸方向にずらして配列するものでは、互いに異極となる磁極が軸方向に接近しているため、近接する磁極間で磁束の流れが生じる。例えば、図 7 に示した永久磁石 3 A の S 極 3 A、と永久磁石 3 B の N 極 3 B、とは接近しているため、固定子に流れずに S 極 3 A、と N 極 3 B、との間に矢印で示すような漏れ磁束が生じ、図 8 に示すように、回転子の円周方向の磁束分布が正弦波とならず、コギングトルクに対するスキュー効果が小さくなるという問題があった。本発明は、永久磁石の配列を変えてスキュー効果を維持し、コギングトルクの低い永久磁石形回転電機を提供することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記問題を解決するため、本発明は、内側に突出する複数の凸極を備えたリング状の固定子と、前記凸極の内側に空隙を介して対向し、かつ円周方向に複数の永久磁石を配置した回転子とを備えた永久磁石形回転電機において、前記凸極と前記永久磁石を円周方向に等間隔に 4 個のブロックに分け、前記ブロックのうち前記回転子の中心に対して対称の位置にある一方の 1 対のブロックおよび他の 1 対のブロックの中の前記凸極と前記永久磁石との位置関係がそれぞれ幾何学的に合同な配置とし、前記一方の 1 対のブロックに発生するコギングトルクを他の 1 対のブロックのコギングトルクが互いに打ち消し合うように、他の 1 対のブロックの永久磁石を円周方向にずらして固定したものである。また、12 極の前記凸極と、8 極の前記永久磁石とを備え、前記一方の 1 対のブロックの永久磁石の位置に対し、他の 1 対のブロックの永久磁石の位置を円周方向に前記一方の 1 対のブロックで発生するコギングトルクの 1 周期の極角で  $1/2$  の角度だけ回転させた位置に固定したものである。また、内側に突出する複数の凸極を備えたリング状の固定子と、前記固定子の凸極の内側に空隙を介して対向し、かつ円周方向および軸方向にスキューさせて複数の永久磁石を配置した回転子とを備えた永久磁石形回転電機において、前記軸方向に隣り合う永久磁石間の隙間が、前記円周方向に隣り合う永久磁石間の隙間より大きくなるようにしたものである。

(3)

特開平 8-251847

3

【0005】

【作用】上記手段により、回転子の中心に対して対称の位置にある一方の1対のブロックから生じるコギングトルクと、他方の1対のブロックから生じるコギングトルクが、半周期ずれているため、互いに打ち消し合い、全体のコギングトルクは大きく低減される。また、一方の永久磁石のS極と軸方向に隣り合う永久磁石のN極とは円周方向に隣接する磁石の隙間より大きい隙間だけ離れているので、軸方向に隣り合うS極とN極との間には漏洩磁束が生じることがなく、回転子の円周方向の磁束分布が正弦波となり、コギングトルクは低減される。

【0006】

【実施例】以下、本発明を図に示す実施例について説明する。図1は本発明の第1の実施例を示す正面図で、8極12スロットの永久磁石形回転電機を実例として説明する。図において、1はリング状の固定子で、円周方向に等間隔に配置され、かつ内側に突出する12個の凸極11を備え、隣接する凸極11の間には12個のスロット12を形成し、スロット12の中には固定子コイルを収納するようにしてある。2は回転子、21は薄板鋼板を積層して形成した回転子鉄心で、回転子鉄心21の外周に8個の扇形が四角形の永久磁石3を固定してある。永久磁石3の回転子2上の配置方法を説明すると、固定子1および回転子2を円周方向に4等分してブロック①～④に分けたとき、回転子2の中心に対して対称の位置にある1対のブロック①およびブロック②の永久磁石3はそれぞれ幾何学的に合同で、回転子2の外周を磁極の数で割った角度の間隔で配置してある。回転子2の中心に対して対称の位置にある他の1対のブロック③およびブロック④の永久磁石3はそれぞれ幾何学的に合同で、ブロック①およびブロック②に対して時計回りに7.5度回転させた位置に固定してある。永久磁石3の位置決めは、回転子鉄心21を打ち抜く時、各ブロックごとの永久磁石の位置に合わせて回転子鉄心21の外周に突起を設け、その突起に合わせて永久磁石3を配置すれば、加工工数を増やすことなく、簡単に永久磁石の位置決めができる。

【0007】ここで、コギングトルクの発生原理について説明する。図5に基づいて説明した従来例では、永久磁石3が回転子2の外周に等間隔に配置され、図6に示すように、4個の互いに幾何学的に合同なブロック①～④で発生するコギングトルクは同じ位相で大きさを持っているため、全体のコギングトルクは各ブロックのコギングトルクの4倍となる。また、コギングトルクの1周期は機械角で、360度を磁極数(8)とスロット数(12)の最小公倍数(24)で割った角度(15度)になる。そこで、バランスを取るために、回転子2の回転中心に対して対称の位置にある二つの幾何学的に合同なブロック①とブロック②の永久磁石3はそのままの位置としておく、同じく回転子2の回転中心に対して対称

4

の位置にあるブロック③とブロック④の永久磁石3の位置を、機械角でコギングトルクの1/2周期である15度の1/2の7.5度だけブロック①とブロック②の永久磁石3から時計回りに回転して、ブロック①とブロック③とは異なる位置関係で、しかも幾何学的に合同な関係にする。これにより、ブロック①とブロック③から生じるコギングトルクと、ブロック②とブロック④から生じるコギングトルクが、図2に示すように、半周期ずれているため、互いに打ち消し合い、全体のコギングトルクは大きく低減される。

【0008】図3は本発明の第2の実施例を示す側面図で、8極の永久磁石を軸方向に2列設けた回転子を示してある。図において、2は回転子、21は回転子鉄心、3Aは回転子鉄心21の外周に等間隔に8個配列した永久磁石である。3Bは永久磁石3Aと同じ数だけ回転子鉄心21の外周に等間隔に、かつ永久磁石3Aから軸方向に円周方向の磁石間の隙間G、より広い隙間G、を開けて、機械角でコギングトルクの1/2周期である15度の1/2の7.5度だけ円周方向にずらして配列し、スキュー効果をもたらすようにしてある。したがって、永久磁石3AのS極3A、と永久磁石3BのN極3B、とは円周方向に隣接する磁石の隙間G、より大きい隙間G、だけ離れているので、S極3A、とN極3B、との間には漏洩磁束が生じることがなく、図4に示すように、回転子の円周方向の磁束分布が正弦波となり、コギングトルクは低減される。

【0009】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、固定子と回転子との円周方向の位置関係が、磁気的に全く合同な複数の円周方向ブロックに分け、ブロックごとに永久磁石の固定位置をコギングトルクを打ち消すように移動してあるので、扇形が四角形の永久磁石でも永久磁石にスキューを与えたものと同じ効果を生じる。また、永久磁石を軸方向に複数個配列し、かつ円周方向にずらして配置する場合は、円周方向の磁石間の隙間より軸方向の磁石間の隙間を大きくして、漏洩磁束を減らし、コギングトルクの発生を抑制するので、極めてコギングトルクが低く、永久磁石の加工工数やコストが低い永久磁石形回転電機を提供できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例を示す正面図である。  
 【図2】 本発明の第1の実施例のコギングトルクを示す説明図である。  
 【図3】 本発明の第2の実施例を示す(a)正面図および(b)側面図である。  
 【図4】 本発明の第2の実施例のコギングトルクを示す説明図である。  
 【図5】 従来例を示す正面図である。  
 【図6】 従来例のコギングトルクを示す説明図である。

(4)

特開平8-251847

5

6

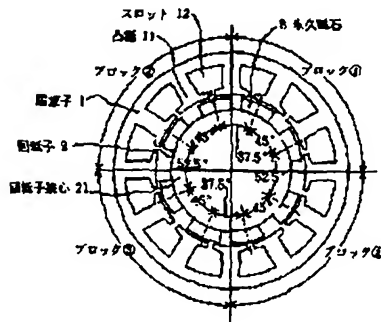
【図7】 従来例を示す(a)正面図および(b)側面図である。

【図8】 従来例のコギングトルクを示す説明図である。

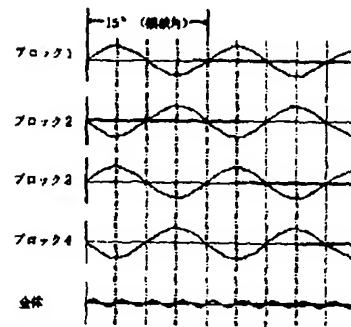
\*【符号の説明】

1 固定子、11 凸極 12 スロット、2 回転子、21 回転子鉄心、3、3A、3B 永久磁石、G 隙間

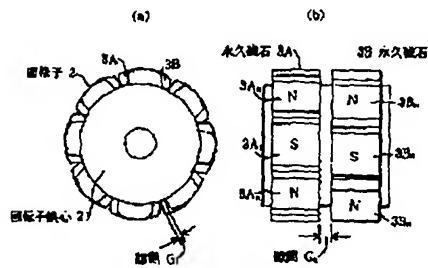
【図1】



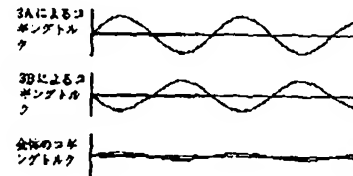
【図2】



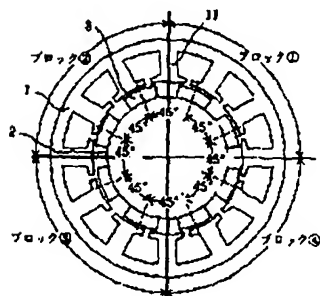
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

